

무선 네트워크 환경에서 오류에 적응적인 3G-324M

시스템*

설재우 이호철^o 박성용
서강대학교 컴퓨터학과

sseol@dcclab.sogang.ac.kr, {manime^o, parksy}@sogang.ac.kr

A 3G-324M System Adaptive to Bit Errors in Wireless Network Environments

Jaewoo Seol, Hocheol Lee^o, Sungyong Park
Dept. of Computer Science, Sogang University

요약

기존의 멀티미디어 통신 프로토콜은 무선 네트워크 환경에서의 많은 오류에 대한 고려를 하지 않기 때문에 데이터의 손실이 커지고 신뢰성이 보장하기 위한 방법의 사용으로 인해 오버헤드가 커지는 문제가 있다. 3G-324M 프로토콜은 이러한 무선 네트워크 환경에서 멀티미디어 통신 시 사용되는 프로토콜이다. 하지만 오류 발생이 가변적으로 변하는 상황에 대해서 적절히 대처하지 못하는 단점이 있다. 본 논문에서는 기존의 3G-324M 프로토콜을 확장하여, 무선 네트워크라는 오류 발생이 많은 상황에서 이러한 단점을 적절히 대처할 수 있는 프로토콜 설계 요소 및 그와 관련된 구현 방법에 대해 논한다. 제안한 방법을 검증하기 위해 프로토콜에 수신된 데이터의 오류를 예측하는 모듈을 추가해 오류 발생 정도를 예측하고 송신하는 데이터를 이러한 상황에 적절하게 대처해 송신할 수 있도록 하였고 그에 따른 테스트 결과를 살펴본다.

1. 서론

현재 멀티미디어 통신 프로토콜은 크게 두 가지로 구분할 수 있는데 H.323 프로토콜[1], SIP(Session Initiation Protocol)[2][3]과 같이 패킷-교환(Packet-switch) 방식 프로토콜과 H.324M 프로토콜[4], 3G-324M 프로토콜[5](이하 3G-324M)와 같이 회선-교환(Circuit-switch) 방식 프로토콜이 있다. 패킷-교환 방식 프로토콜의 장점은 기존의 WAN(Wide Area Network), LAN(Local Area Network)을 이용해 서비스를 할 수 있다는 점, 통신하는 동안 회선을 독점하는 방식이 아니기 때문에 사용량에 유연하게 대처할 수 있다는 점, 그리고 TCP를 이용함으로써 회선에 오류가 심한 무선 네트워크에서도 데이터의 신뢰성을 보장할 수 있는 점을 들 수 있다. 하지만 과부하시 전송 지연시간이 클 뿐만 아니라 포화상태가 되면 전송이 불가능해지기 때문에 서비스 품질을 보장하지 못하는 문제점을 가지고 있고 TCP의 재전송이 신뢰성 있는 통신을 보장하지만 호 연결 시간의 증가를 가지고 오는 단점을 가지고 있다. 반면 회선-교환 방식의 경우 단말간의 빠른 연결과 서비스 품질을 보장한다는 장점이 있지만 사용량이 증가하면 회선을 증설해야한다는 점과 제한된 대역폭을 가지고 있다는 단점이 있고 주요 데이터의 재전송이 가지고 오는 오버헤드는 줄일 수 없다는 단점이 있다.

이 중에 3G-324M은 3세대 휴대폰에서 사용될 수 있도록 고안된 것으로 기존의 H.324M에 코덱과 오류 처리에 대한 부분을 추가해 3GPP(3rd generation partnership project)[11]에서 제안한 표준이다. 하지만 현재 주요 구성요소의 정의는 되어 있지만 성능에 영향을 줄 수 있는 여러 부분들이 구현 단계에서 처리할 문제로 남겨져 있고 아직까지 세부사항의 수정에 대

한 건의가 요청되고 있다. 이러한 고려 사항은 프로토콜의 올바른 동작에 영향을 미칠 뿐만 아니라 오류 상황이 변하는 무선 네트워크 환경에서의 성능에도 영향을 미칠 수 있다. 따라서 3G-324M을 구현함에 있어서 구현자의 몫으로 남겨진 여러 사항들을 충분히 검토해, 가변적 오류 상황에 대해 예측하고 이에 적합하도록 시스템 설정을 바꿔줄 수 있다면 더 높은 대역폭과 호 연결 시간의 단축을 기대할 수 있게 된다.

본 논문은 오류 상황이 변하는 무선 네트워크 환경에서, 휴대용 단말에서 동작하도록 설계된 3G-324M을 구현함에 있어 변화하는 상황을 예측해 적절히 대처할 수 있는 구조를 제안하는데 초점을 맞추고 있으며 그와 관련된 방법들을 논한다. 또 이를 검증하기 위해 프로토콜에 수신된 데이터의 오류를 예측하는 모듈을 추가해 오류 발생 정도를 예측하고 송신하는 데이터를 이러한 상황에 적절하게 대처해 송신할 수 있도록 하였고 그에 따른 테스트 결과를 살펴본다.

본 논문은 다음과 같이 이루어져 있다. 2절에서는 오류상황을 예측하여 데이터 전송의 대역폭을 최대로 활용하는 3G-324M의 구조에 대해 설명한다. 3절에서는 구현한 3G-324M 프로토콜이 오류가 변화하는 상황에서 기존 3G-324M 프로토콜에 비해 대역폭을 충분히 활용하고 있음을 평가한다. 4절에서는 결론을 맺는다.

2. 오류에 적응적인 3G-324M 시스템의 설계 및 구현

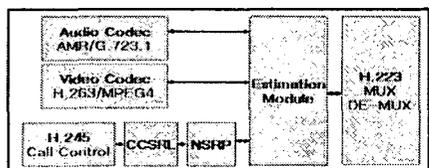


그림 1. 오류에 적응적인 3G-324M 구조

* 사사표시는 현재 논의 중이며, 관리규정(협약 체결, 국고지원금 교부시 제시 예정) 안에는 (국문 표기) *이 논문은 2006년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.
(영문 표기) *This work was supported by the Brain Korea 21 Project in 2006.* 로 되어있습니다.

2.1 오류에 적응적인 3G-324M 시스템 구조

그림 1은 오류에 적응적인 3G-324M 시스템 구조를 나타낸다. 기존의 3G-324M에 오류를 예측하는 모듈을 추가한 구조로 이 모듈에서는 H.223 프로토콜(이하 H223)[7][8]과 NSRP[13]에서 검사한 오류에 대한 정보를 전달 받아 그 정보를 토대로 BER(Bit Error Rate), 즉 단위시간동안 발생한 오류의 비율을 예측하고 이를 기반으로 시스템을 오류에 적절히 대처할 수 있는 상태로 유지하게 된다.

표 1은 오류로 인해 성능에 영향을 미치는 요소들을 정리한 것이다. ML은 각 휴대용 단말의 지원정도에 따라 지원정도가 달라져 오류 상황에 맞게 동적으로 변경하는 데는 무리가 있다. CT는 조절 정도에 따라 오류가 발생해도 이를 무시하고 페이로드를 올바르게 처리하는데 도움이 되나 본 논문에서 의도하는 BER을 측정해 동적으로 대처하는 것에는 도움이 되지 않는다. 따라서 요인 중 PDU의 크기를 조절해 오류를 예측하는 데 초점을 맞출 것이다.

표 1 오류 상황에서 성능에 영향을 미치는 요소들

요 소	설 명
ML (Mobile Level)	H223의 MUX-PDU 구성방법을 정하는데 사용. ML이 높을수록 오류 상황에 더 적합한 MUX-PDU를 구성
CT (Correlate Threshold)	플랙을 찾을 때, 플랙의 전제가 아니라 CT로 정한 길이만큼만 오류 검사 후 오류 유무를 판단. CT가 크면 오류에 민감해지고, CT가 작으면 페이로드를 플랙으로 오인하는 확률이 높아진다.
PDU size	페이로드 크기가 크면, 여러 발생시 데이터 손실이 커지게 되어 성능에 영향을 미치게 된다.

2.2 H.223

H.223은 받은 데이터를 형태에 따라 처리를 구분해주는 Adaptation Layer(이하 AL)와 구분된 데이터들을 하나의 스트림으로 만들어 전송하는 MUX Layer(이하 MUX)로 구성된다. AL에서는 오류가 있는 데이터를 받으면 횡수를 저장해 오류 예측 시 사용할 수 있도록 하고, MUX에서는 MUX-PDU 생성 시 크기를 알맞게 조절할 수 있도록 구성한다.

2.3 H.245

H.245 프로토콜(이하 H245)에서는 타이머 등록 및 타임아웃에 대해 큐를 이용해 처리함으로써 동시에 여러 타이머 처리가 필요 시 스케줄러가 우선순위를 결정할 수 있도록 하였다. 또 CCSRL 프로토콜[13](이하 CCSRL)의 PDU 크기를 조절함으로써 오류의 발생 정도에 따른 대처를 할 수 있도록 하였다.

2.4 오류 예측 계층 설계

무선 네트워크상에서는 오류 발생이 빈번하며 그 정도의 변화가 클 수밖에 없다. 따라서 현재 오류의 정도를 예측해 적합한 설정을 취하면 대역폭을 향상시킬 수 있고 재전송으로 인한 오버헤드를 줄일 수 있다. 오류 예측은 두 단계로 나누어지는데 첫 번째 단계는 수신된 데이터를 체크해 BER을 예측하는 단계이고 두 번째 단계는 예측한 BER을 토대로 송신할 데이터의 크기를 조절해 송신하는 데이터의 대역폭을 향상시키는 단계이다. 이에 대한 검증은 다음과 같은 가정 하에 이루어진다.

1) 오류의 발생 분포는 균등분포이다.

2) CRC 코드는 모든 오류를 찾을 수 있다.

3) 64Kbps라는 물리적인 대역폭은 항상 지켜진다.

BER의 예측은 그림 1에 도시된 것처럼 오류 예측 계층에서 하게 되는데, H223이나 NSRP에서 오류의 존재여부를 CRC나 Golay코드[12]로 확인해 오류 예측 계층에 보고를 한다. 이렇게 오류가 존재하는지 검사하는 방식은 정확히 몇 비트의 오류가 존재하는지는 알 수 없기 때문에 정확한 BER을 구할 수는 없지만 오류의 정도는 다음과 같은 <수식1>을 이용해 계산이 가능하다.

$$E_t = \frac{H_t + A_t + C_t}{B_t} \quad \text{<수식1>}$$

E_t = t시간동안 발생한 BER

H_t = t시간동안 전송받은 MUX-PDU 헤더의 오류 횟수

A_t = t시간동안 전송받은 AL-SDU의 오류 횟수

B_t = t시간동안 전송받은 전체 비트

C_t = t시간동안 전송받은 CCSRL-PDU의 오류 횟수

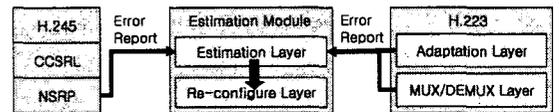
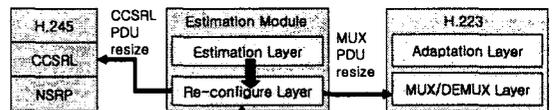


그림 2 BER 예측 방법

계산한 BER을 이용하여 BER에 대해서 예측하는 방법은 다음 <수식2>와 같다.

$$BER_t = \alpha E_t + (1 - \alpha) BER_{t-1} \quad \text{<수식2>}$$

<수식2>에서는 <수식1>에 의해 계산된 E_t 를 가지고 BER을 예측하게 되며 이전에 예측한 BER값과 현재 구한 E_t 를 이용해 BER을 예측하게 된다. 이 때 α 는 상수로 0.8을 사용하였다. BER은 일정 시간 간격에 따라 계산되는데 1초 간격으로 BER을 다시 계산하는 방법을 사용하였다. 앞에서 예측한 BER을 이용해 3G-324M 시스템을 재설정하는 시기는 그림 3에 있는 Estimation Table에 의해 결정된다. Estimation Table은 각각의 BER에 따르는 최적화된 시스템 설정을 알려주는 것으로 현재 예측된 BER의 변화의 폭이 커서 시스템을 재설정할 필요가 있다고 판단되면 Estimation Table의 엔트리 정보에 의해 시스템을 재설정하게 된다.



Entry	BER	PDU Size
1	2^{-12}	256,000
2	2^{-10}	128,000
3	2^{-7}	64,000

그림 3 3G-324M 시스템 재설정

3. 성능 평가

3.1 실험 환경

구현한 오류에 강한 3G-324M 시스템의 성능 평가는 펜티엄 4 3.0GHz의 CPU를 가지고 512MB의 메모리를 가지는 동일한

3대의 PC를 준비해 2대의 PC에는 3G-324M 시스템을 실행시키고 나머지는 프록시로 송수신되는 모든 데이터를 릴레이 해 주는 역할을 하게 된다. 이때 프록시 서버는 임의로 데이터에 오류를 발생시키게 된다.

3.2 오류에 적응적인 3G-324M 시스템 검증

제한한 알고리즘을 이용해 구현한 3G-324M 시스템을 검증하기 위해서 먼저 고정된 BER에 따라 오류를 발생시키던 것을 BER이 불규칙하게 변하게 조정하여 실험을 하였다.

먼저 대역폭이 어떻게 변하는지 테스트를 하기 위해, MUX-PDU의 크기를 고정된 상태에서의 결과와 알고리즘을 적용한 상태의 결과를 비교하였다. 그림 4에서 보면 크기가 고정된 상태에서는 MUX-PDU의 크기가 150 바이트일 때 가장 좋은 대역폭이 나오는 것을 볼 수 있다. 150바이트보다 작을 때는 전송하는 양이 적어서, 그리고 200일 경우는 증가하는 오류로 인해 대역폭이 낮게 나오는 것으로 볼 수 있다. 알고리즘을 적용한 것은 150바이트일때보다도 대역폭이 증가하는 모습을 볼 수 있는데 이는 제한한 알고리즘이 BER을 예측해 BER에 적합한 설정으로 데이터를 주고받기 때문인 것으로 보여진다.

다음으로 호 연결시간의 경우 어떻게 변하는지 살펴보기 위해 테스트를 하였다. 이 때 표 1에서 살펴본 바와 같이 CCSRL-PDU의 크기에 따라 오류 발생률이 달라질 수 있기 때문에, 첫 번째 테스트와 동일한 환경에서 CCSRL-PDU의 크기가 변할 때 연결시간이 어떻게 변하는지를 살펴보았다. CCSRL-PDU의 크기가 64바이트인 경우 BER이 작을 때는 데이터를 작게 나누어 여러 번 전송하므로 크기가 큰 PDU들에 비해 시간이 더 많이 걸리지만 BER이 증가할수록 큰 PDU들보다 줄어드는 것을 알 수 있다. 반대로 크기가 256바이트의 CCSRL-PDU를 이용할 경우, 데이터를 나누는 수가 작아 전송하는 수가 작아진다. 따라서 BER이 작을 때는 시간이 연결시간이 가장 작지만, BER이 커질수록 전송 데이터가 큰 만큼 오류가 발생할 확률도 증가해 BER이 2⁻⁹일 때는 가장 오래 걸리는 것을 알 수 있다. 그림 5에서는 제한한 알고리즘을 적용해 테스트한 것과 비교한 결과를 나타내는데, 오류에 따라 CCSRL-PDU 크기를 조절함으로써 오류가 발생할 확률을 줄여 CCSRL-PDU를 특정 크기로 고정한 것들보다 더 짧은 시간이 걸리는 것을 알 수 있다. 크기가 고정된 상태에서 가장 좋은 결과를 보여주는 64바이트보다 150ms 정도의 성능 향상을 확인할 수 있다. 이는 9%정도의 시간 단축을 보여주는 것이다.

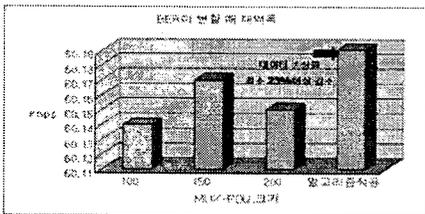


그림 4 BER이 변할 때 대역폭

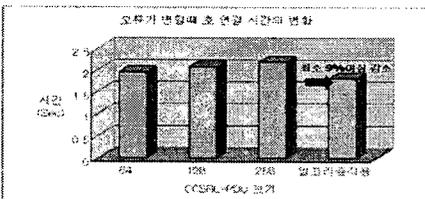


그림 5 오류 상황이 변할 때의 호 연결 시간

4. 결론

기존의 멀티미디어 통신 프로토콜은 무선 네트워크의 많은 오류에 대한 고려를 하지 않기 때문에 오류가 심해지면 데이터의 손실이 커지고 신뢰성이 보장 되어야 하는 제어 메시지 전달시 오버헤드가 커지는 문제가 있다. 3G-324M은 무선 네트워크를 타겟으로 개발되었기 때문에 다른 프로토콜보다 오류 상황에서 더 좋은 성능을 보여준다. 하지만 3G-324M도 변화하는 오류 상황에 대한 고려는 하지 않고 있기 때문에 오류의 변화가 심할 경우 성능의 저하는 불가피하다. 본 논문에서는 오류를 예측하고 데이터의 오류 정도를 검사해 그 정보를 토대로 오류 상황이 변하는 것을 인지하고 데이터의 송신 시 현재 오류 상황에 최적화된 설정으로 데이터를 송신하는 방법을 제안하였다.

구현된 오류에 강한 3G-324M 시스템의 경우 가상의 오류를 생성해 유선 네트워크를 이용해 실험을 진행하였기 때문에 실제 휴대폰 서비스를 이용해 실험해 볼 필요가 있다. 테스트 시 오류를 비율에 따라 불규칙하게 발생시켰지만, 실제 휴대폰에서의 패턴을 분석해 적용해 보는 것이 필요할 것으로 생각된다. 또 오류에 따라 적용되는 시스템 테이블을 정적이 아닌 동적으로 구성하는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] Thom, G.A. "H.323: the multimedia communications standard for local area networks" Communications Magazine, IEEE Volume 34, Issue 12, Page(s):52 - 56, 1996.
- [2] Hua Zou et al. "Prototyping SIP-based VoIP services in Java" Communication Technology Proceedings, Page(s):1395 - 1399 vol.2, 2000.
- [3] Mehta, P. "Voice over IP" Potentials, IEEE, Volume 20, Issue 4, Page(s):36 - 40, 2001
- [4] Sanghyun Park, et al. "Implementation and performance analysis of mobile multimedia terminal (H.324M)" TENCON 99. Proceedings of the IEEE Region 10 Conference Page(s):978 - 981 vol.2, 1999.
- [5] Jabri, M.A. "The 3G-324M protocol for conversational video telephony" Multimedia, IEEE Volume 11, Page(s):102 - 105, 2004.
- [6] "Multiplexing protocol for low bit rate multimedia communication" ITU-T, H.223 (03/96), 1996.
- [7] "Multiplexing protocol for low bit rate multimedia mobile communication over low error-prone channels" ITU-T, H.223 Annex A (02/98), 1998.
- [8] "Multiplexing protocol for low bit rate multimedia mobile communication over moderate error-prone" ITU-T, H.223 Annex B (02/98), 1998.
- [9] "Control protocol for multimedia communication" ITU-T, H.245 (10/05), 2005.
- [10] Weijia Jia et al. "Efficient Implementation of 3G-324M Protocol Stack for Multimedia Communication" Parallel and Distributed Systems, Volume 1, Page(s):599 - 605, 2005
- [11] 3rd Generation Partnership Project, <http://www.3gpp.org>, 1998
- [12] Peterson, W. W., "Error-Correcting Codes, 2nd Edition". MIT Press: Cambridge, Mass., 1972
- [13] "Terminal for low bitrate multimedia communication", ITU-T Recommendation H.324